

Отходы жизнедеятельности палочника аннамского как удобрение

Автор:

Некрасов Елизар Вячеславович,
ФГКОУ «Тюменское ПКУ»

6 класс

Научный руководитель:

Саранчина Наталья Валерьевна,
учитель химии

ФГКОУ «Тюменское ПКУ»

Отходы жизнедеятельности палочника аннамского как удобрение
Некрасов Елизар Вячеславович
Российская Федерация, г. Тюмень
ФГКОУ «Тюменское ПКУ», 6 класс

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

Введение

В наше время встретить экзотическое животное совсем несложно. Многие люди в своих квартирах держат пауков-птицеедов, скорпионов, змей, разводят бабочек или хамелеонов. В кабинете биологии Тюменского президентского кадетского училища уже четыре года живет колония палочников. Это насекомые из отряда Привиденьевые [1]. Мы определили их как вид Палочник аннамский [2] или *Baculum extradentatum* Brun. Палочники - совершенно безобидные травоядные существа. Главная проблема их содержания – прожорливость и необходимость в зимних условиях находить достаточное количество зеленых листьев. Вторая проблема – периодическая чистка грунта из инсектария (terrариум для насекомых). Быстро накапливающиеся экскременты вместе с песчаной основой грунта нужно убирать каждые 3-4 месяца. Мы предположили, что смесь песка и помета палочников можно использовать как удобрение для горшечных растений. В сентябре 2019 года мы подсыпали такую смесь (гумусную массу) в горшок с растением монстера. В декабре этого же года на ней сформировался новый лист, который выделялся большими размерами (приложение 1). Длина его центральной жилки, по нашим наблюдениям, составила 36,5 см, а самый большой лист, выросший до этого, имел длину жилки 32,2 см.

Можно предположить, что на этот факт повлияло внесение грунта с пометом палочников. Подтверждением этой гипотезы является и то, что в апреле 2020 года выросший очередной лист монстеры имел еще и дополнительные отверстия в центре листовой пластины (приложение 2). Все эти наблюдения мы решили подвергнуть более глубоким исследованиям и анализу.

Цель исследования: изучить возможность использования гумусной массы из инсектария с палочниками в качестве удобрения для растений.

Задачи исследования: 1. Получить достаточное количество отходов от жизнедеятельности палочников.

2. Оценить влияние отходов жизнедеятельности палочников на всхожесть семян растений.

3. Провести эксперименты по влиянию отходов жизнедеятельности на рост и развитие растений.

4. Создать рекомендации по использованию помета палочников в подкормке растений.

Актуальность работы: Современные условия жизни и стремление людей создавать замкнутые экодома или районы требуют изучения организмов полезных, неприхотливых и даже необходимых для создания круговорота веществ. Палочники показывают признаки неприхотливости и возможности их использования в подобных замкнутых экосистемах. Изучение их физиологических особенностей поможет подробнее ответить на вопрос: «Стоит ли рекомендовать их для использования в домах будущего?».

Новизна исследований: Известных научных материалов, посвященных подобным исследованиям, нами не обнаружено.

Объект исследования: отходы жизнедеятельности палочника аннамского.

Предмет исследования: возможность использования этих отходов в качестве удобрения для растений.

1. Анализ источников литературы

Отходы жизнедеятельности домашних травоядных животных начали использоваться в качестве удобрения в России не очень давно. Первые упоминания о «гноище» - навозе, встречаются в псковской грамоте пятнадцатого столетия [3]. В наше время в растениеводстве используется коровий, конский кроличий, птичий и другие виды помета. Упоминания об использовании помета насекомых в литературных источниках крайне незначительны. Например, отходы жизнедеятельности мучных червей в Америке продаются как ценное органическое удобрение, а сами высушенные личинки – как пища для домашней птицы и рыбководства [4]. Известны также работы по получению различной продукции из личинок мухи черная львинка [5], которая начинаются от кормов для сельскохозяйственных животных и заканчивается органическими удобрениями. Подобные технологии, по мнению авторов, позволяют решать проблему утилизации отходов различных сельхозпроизводств и одновременно создавать корма для домашних животных и удобрения для растений. Работ подобного рода, связанных с палочниками мы не обнаружили. Возможно, причины кроются в относительно медленной скорости воспроизведения потомства (одно поколение в полгода) и высокой требовательности к температурным и гигиеническим условиям. Если же предположить, что ученым удастся вывести породу палочников, поедающих листья сорных растений (например, клена ясенелистного), то одновременно можно было бы бороться с подобным этим крайне агрессивным захватчиком территорий и получать какое-то количество удобрений. Как уже было сказано выше, палочники - травоядные животные. Основным объектом их пищевого рациона являются листья растений из семейства Розоцветные (Rosaceae), а также листья дуба, гибискуса и некоторых других растений [6].

Так как палочники в нашем кабинете обитают в замкнутом террариуме (инсектарий), то

при условии повышенной влажности и относительно высокой температуры (22-25°C) наблюдалось быстрое накопление их экскрементов на поверхности песчаного грунта и их дальнейшая гумификация, то есть возникновение в результате разрушения растительных и животных остатков с последующими процессами синтеза гумусовых веществ [7]. Это одно из важнейших составляющих плодородия почвы. Основными элементами, определяющими это плодородие, являются калий, азот и фосфор. Известно, что у разных видов домашних животных общее количество азота в навозе варьирует от 0,45% (коровий) до 0,83% (овечий). Доля фосфора в соединении P_2O_5 больше всего в навозе лошадей (0,28%) и меньше всего у свиней (0,19%). Калий в виде K_2O варьирует от 0,50% у коров до 0,67% у овец. Смешивание перечисленных видов навоза дает общего азота 0,5%, P_2O_5 – 0,25% и K_2O – 0,6% [8]. По данным сайта «Пестициды.ru» [9], птичий помет содержит от 0,5 до 1,6% азота, 0,5-1,5% P_2O_5 и от 0,6 до 0,81% K_2O . Сухой птичий помет рекомендуется как эффективное удобрение для овощеводства закрытого грунта.

Данных о химическом составе подобных веществ в удобрениях, полученных от насекомых или их личинок мы не обнаружили. Хочется отметить характеристики особого биогумуса, полученного при использовании дождевых червей – вермикомпоста [10]. Общего азота, по мнению автора в таком вермикомпосте – 1,94%, фосфора – 0,47% и калия – 0,70%. В сравнении с перегноем, использование такого удобрения позволяет получать урожай свеклы больше на 27%, а картофеля на 19,7%.

Палочники - не дождевые черви и данные о химическом составе их помета, и тем более, о его влиянии на сельскохозяйственные растения в научном мире пока отсутствуют. Это делает нашу работу гораздо интереснее.

2. Материалы и методы исследований

Опыты, учет и анализ данных проводились на базе кабинетов биологии и химии Тюменского президентского кадетского училища. Основным объектом изучения стали отходы жизнедеятельности Палочника аннамского на предмет возможности их использования в качестве удобрения для растений.

Полученная в течении полугода смесь песка и помета палочников была использована в качестве добавки к почвенному грунту. В качестве экспериментальных растений использовались: семена укропа (сорт Макс) (приложение 3), лука (сорт Молодо-Зелено) (приложение 4) и зерна овса из смеси «Вика-Овес» (приложение 5). Подготовка грунта, посев, подсчет и наблюдения проводились по двум основным методикам. Всхожесть растений и статистическую обработку результатов проводили по межгосударственному стандарту «Методы определения всхожести семян сельскохозяйственных культур» [11].

Нормы высева и фенологические наблюдения за растениями проводились по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [12]. Опыты закладывались в трех – четырех повторностях с декабря 2019 г по апрель 2020 г. Уровень влажности воздуха определяли при помощи прибора Phywe Cobra 4. Статистическая обработка проводилась на ПК при помощи программы EXEL. Показатель pH из смеси песка и экскрементов определяли при помощи прибора «Эксперт pH». Количественный анализ содержания в смеси азота (NO_3^- нитратов), фосфора (PO_4^{3-} фосфатов) и калия (общего) был проведен на базе лаборатории ООО «ЗапсибЭкоЦентр» г. Тюмени при помощи прибора капиллярного электрофореза «Капель».

3. Результаты исследований и их обсуждение

Как уже было сказано выше, оценку влажности воздуха в инсектарии мы проводили с помощью прибора Phywe Cobra 4 (приложение 6). В течение трех суток оценивалась влажность воздуха в помещении, в инсектарии до и после полива. Средние показатели в воздухе кабинета составили $46,6 \pm 3,1$ %, до полива в инсектарии – $73,3 \pm 1,3$ %. Интересно, что после опрыскивания влажность воздуха в инсектарии менялась незначительно и составила $74,5 \pm 1,3$ %. Вероятно, песчаная основа позволяет удерживать влагу без быстрого испарения. Было замечено, что в сухой солнечный день влажность в инсектарии была заметно ниже (70,5% до полива), чем в дождливый (75%) день.

Оценку возможности использования смеси песка и помета палочников в качестве удобрения мы начали с изучения влияния на всхожесть семян различных растений и их развитие. Таким путем мы пытались выяснить – может ли данная смесь быть губительной для прорастания семян и первых фаз развития.

3.1. Опыт с семенами укропа

11 декабря 2019 г мы заложили опыт с семенами укропа сорта «Макс». В качестве контроля выступал прокаленный в электропечи песок. Экспериментальными образцами были две различные смеси. Приготовили их согласно указаний в Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [12]. Для этого взяли песчаную смесь с пометом палочников и развели её с обычной почвой в двух разных весовых пропорциях: 1:2 и 1:4. Таким образом, мы получили три разных грунта. Разделив их на четыре емкости, посеяли в них по пятьдесят семян укропа (приложение 7).

17 декабря в дневнике наблюдений были зафиксированы первые всходы. Наблюдения проводились до 9 января, когда взошли последние семена. Для точности учета всхожести

ежедневно отмечали проростки и вырывали их. Результаты этих наблюдений представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ контейнера	Всхожесть семян укропа					
	Контроль		Смесь 1:2		Смесь 1:4	
	шт	%	шт	%	шт	%
1	34	68	36	72	38	76
2	20	40	43	86	44	88
3	15	30	26	52	35	70
4	27	54	28	56	36	72
Среднее	24±4,1	48±8,3	33,3±3,9	66,5±7,8	38,3±2,0	76,5±4,0

Средний уровень всхожести семян укропа составил 63,7±6,7%. При внешних значительных отличиях смесей от контроля по уровню всхожести, результат, согласно вышеуказанной методике [11], не может считаться достоверным из-за высокого уровня варьирования. Это требует перепроверки эксперимента. Несмотря на необходимость повторного опыта, мы уже можем сделать некоторые выводы. Во-первых, наличие в почве помета палочников в пропорциях 1:2 или 1:4 не является губительным для этого процесса. Во-вторых, если проводить сравнение только двух данных смесей, то можно сказать, что более высокая концентрация отходов палочников оказала достоверно снижающее воздействие на уровень всхожести семян укропа.

Так как контроль показал очень разнородную всхожесть семян укропа, мы решили провести подобный эксперимент на другом виде растения – луке.

3.2. Опыт с семенами лука

Проверив предварительно семена лука (сорт Молодо-Зелено) в чашке Петри (приложение 8), мы убедились в их высокой всхожести. Из 23 имеющихся в наличии семян взошли 22. После этого мы приготовили три разных грунта. В качестве контроля использовался обычный чернозем. Для сравнения была приготовлена смесь почвы и грунта с пометом палочников в пропорции 1:4. Чтобы выяснить уровень влияния экскрементов палочников как органического удобрения третьим грунтом была почва с добавлением жидкого удобрения «Росток» (приложение 9). Число повторностей составило три. Семена лука были посеяны 24 декабря 2019 года по 25 штук в каждую емкость. Первые всходы появились 27 декабря (приложение 10). Первоначально планировалось учитывать всхожесть и дальнейшее развитие растений. Но уже 9 января 2020 года многие из ростков начали сохнуть и погибать несмотря на своевременный полив. Поэтому 17 января эксперимент пришлось завершить, ограничившись учетом всхожести (таблица 2). Так как при средней

всхожести 74% допускаемое отклонение от среднего значения $\pm 12\%$ [11], то все три наблюдения можно считать приемлемыми. Повторение опыта необязательно. Всхожесть в смеси почвы и отходов палочников достоверно ниже обычной почвы и почвы с удобрением. Это может свидетельствовать о негативном влиянии экскрементов палочников на этап всхожести семян лука. Также, вероятным фактором может быть развитие пагубной микрофлоры в составе смеси.

Таблица 2

Всхожесть семян лука в разных видах грунта

№ контейнера	Смесь 1:4		Чернозем		Чернозем + удобрение	
	шт	%	шт	%	шт	%
1	13	52	17	68	13	52
2	16	64	19	76	19	76
3	15	60	22	88	20	80
среднее	14,7 \pm 0,9	62 \pm 2	19,3 \pm 1,5	82 \pm 6	17,3 \pm 2,2	78 \pm 2

Посев лука был также направлен на оценку влияния эдафических факторов на развитие и продуктивность растений. Из-за гибели ростков во всех контейнерах было решено провести аналогичный опыт на зернах овса посевного.

3.3. Опыт с зернами овса

В те же контейнеры 25 февраля 2020 года мы высели по 20 выполненных зерен овса в трех повторностях. Сначала фиксировали всхожесть овса. Затем, на стадиях 2-3 листа добавили грунта для провоцирования кущения. Вероятно, из-за высокой плотности посева растения начали вытягиваться, полежать и постепенно сохнуть (приложение 11). 18 апреля было решено прекратить полив и опыт. Таким образом, мы смогли проанализировать различия по всхожести (таблица 3). Позже, в мае, когда растения засохли полностью, мы оценили ещё и биомассу вместе с корнями (приложение 12).

20 мая 2020 годы был заложен еще один опыт. Двадцать зерен овса из того же пакета посеяли в контейнер, заполненный смесью песка и экскрементов палочников без добавления почвы. Всхожесть зерен составила в нем 80 процентов (16 всходов). Это хуже всех предыдущих. Биомасса снопа в сухом состоянии взвешенная в конце июня составила 1,2 г.

Таблица 3

Результаты всхожести зерен овса

№ контейнера	Смесь 1:4		Чернозем		Чернозем + удобрения	
	шт	%	шт	%	шт	%
1	18	90	20	100	18	90
2	18	90	20	100	16	80
3	19	95	20	100	19	95

среднее	18±0,3	91,7±1,7	20±0	100±0	18±0,9	88,3±4,4
---------	--------	----------	------	-------	--------	----------

Допустимое отклонение при всхожести 93,3% (среднее по всем трем грунтам) составляет $\pm 5\%$. Так как данные средней всхожести в почве превышают показатель ($93,3+5=98,5$), то данный опыт не может быть засчитан и требует повторения. Из-за карантина COVid-19 мы не смогли этого сделать. Поэтому говорить об отрицательном влиянии экскрементов палочника на развитие всходов овса преждевременно. Можно только сделать вывод, что губительным добавление этого компонента в почву не является. Гораздо важнее выяснить, как компонент влияет на скорость развития биомассы и урожайность растений. Взвесив сухие растения в каждом контейнере, мы получили примерно равные цифры во всех трёх видах грунта (приложение 13). И снова из-за малой выборки нельзя говорить о влиянии экскрементов палочника аннамского на развитие биомассы овса. Вероятнее всего, достоверные данные можно получить только при полноценном выращивании этого растения в условиях открытого грунта.

3.4. Химический анализ смеси

В первую очередь мы проверили уровень кислотности или щелочности смеси песка и экскрементов. По нашим данным он составил 6,7 единиц, что свидетельствует о фактически нейтральном уровне pH. Можно сделать вывод, что данная смесь никак не влияла на изменение pH почвенных грунтов в наших исследованиях. Значимыми для нас были данные о количественном составе важнейших элементов минерального питания растений: азота, фосфора и калия. Согласно результатам лаборатории ООО «ЗапсибЭкоЦентр» г. Тюмени, полученных при помощи прибора капиллярного электрофореза «Капель», в песчаной смеси жизнедеятельности палочников количество нитратов составило 742,1 мг/кг, фосфатов – 94,06 мг/кг и общего калия – 6,1 мг/кг. Сравнивая эти данные с литературными [8], можно сделать вывод, что по количеству нитратов данная смесь превышает все виды навоза животных кроме овечьего, а по фосфору и калию значительно уступает им (в пять и в сто раз соответственно). Если оценивать эти показатели по обеспеченности ими почвы при выращивании сельхозкультур [13], то по азоту она будет «очень высокая», по фосфору – «средняя», а по калию – «очень низкая».

Таким образом, изученная нами смесь песка и экскрементов палочников может рекомендоваться как азотное удобрение содержащее очень высокое количество нитратов. Необходимо понимать, что эти вещества легко усваиваются растениями и в пищевых растениях могут представлять опасность для здоровья человека. Для декоративных домашних растений такое удобрение требует еще и внесения фосфорных и калийных добавок.

Заключение

Проведенные в течение 2019-2020 учебного года наблюдения и исследования позволили сформулировать следующие выводы:

1. За первое полугодие учебного года нам удалось накопить более одного килограмма смеси экскрементов палочников с песком.
2. Проведенные с данной смесью эксперименты на определение всхожести семян укропа и семян лука показали следующее: наличие в почве помета палочников в пропорциях 1:2 или 1:4 не является губительным для этого процесса. Если проводить сравнение только двух данных смесей, то можно сказать, что более высокая концентрация отходов палочников оказала достоверно снижающее воздействие на уровень всхожести семян укропа.
3. Смесью почвы и помета палочников 1:4 достоверно отрицательно сказалась на всхожести семян лука в отличие от почвы и почвы с гуминовым удобрением. В опытах с овсом достоверных отличий нам найти не удалось. В целом, использование изучаемой смеси не является губительным для всходов изученных растений.
4. В условиях закрытого грунта оценить и получить достоверные данные о влиянии экскрементов палочников на развитие растений овса посредством оценки биомассы нам не удалось.
5. Впервые мы смогли получить количественные данные о содержании нитратов, фосфора и калия в отходах жизнедеятельности палочников. В них наблюдается избыток нитратов (в 70 раз) и фосфора (в 3 раза) и значительный дефицит калия (в 67 раз).
6. Отходы жизнедеятельности палочников могут использоваться как дополнение к калийным удобрениям в условиях закрытого грунта из-за ограниченного количества. В чистом виде песчаная смесь экскрементов грунтом для растений быть не может. Оптимальным, по нашим данным будет соотношение почвы и смеси 4:1.

Список источников литературы

1. Крапивный, А.П. Краткий зоологический словарь [Текст] / Крапивный А.П., Радкевич В.А., Тихонова Н.И. Минск.: Высшая школа, 1982 – 222 с.
2. Задвинский, В. *Medauroidea extradentata*: Аннамский палочник [Электронный ресурс] / В. Задвинский. Блог натуралиста. *Medauroidea extradentata* : Аннамский палочник. - Режим доступа: <http://binomen.ru/index.php/chlenistonogie/17-medauroidea-extradentata-annamskij-palochnik>
3. Волков, В.А. История России с древнейших времен [Электронный ресурс] / Волков В.А.- Москва 2018. - Режим доступа: https://books.google.ru/books?id=DVtqDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepag

e&q&f=false

4. От мучных червей до удобрений и кормов для рыб и кур. Биотех 2030: - [Электронный ресурс]/ Новости отрасли // news2017, Агробιοтехнологии, Биоиндустрия, Биотехнологии, наука, сельское хозяйство, экология // Август 8, 2017. - Режим доступа: <http://biotech2030.ru/ot-muchnyh-chervej-do-udobrenij-i-kormov-dlya-ryb-i-kur/>

5. В. Загоровская. Кормовая альтернатива. Кормовой белок из насекомых: перспективы этого направления. Агроинвестор [Электронный ресурс]/Загоровская В. Журнал «Агротехника и технологии», апрель 2020 - Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33400-kormovaya-alternativa-kormovoy-belok-iz-nasekomykh-perspektivy-etogo-napravleniya/>

6. Чудинович, К. Определение оптимальных условий содержания палочника аннамского в домашнем инсектарии [Электронный ресурс]/К.Чудинович V Международный конкурс научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» - Режим доступа: <https://school-science.ru/5/1/34626>

7. Блинова, К.Ф. Ботанико-фармакологический словарь [Текст] Под ред. К.Ф. Блиновой, Г.П. Яковлева – М.:Высшая шк., 1990. – 247с.

8. Смирнов, П.М. Навоз [Электронный ресурс]/ П.М. Смирнов, Э.А Муравин. - Agromage.com 1999-2020 - Режим доступа: https://agromage.com/stat_id.php?id=60

9. Григоровская, П.И. Пестициды.ru. Содержание макроэлементов в органических удобрениях [Электронный ресурс]/ П.И. Григоровская. - Режим доступа: http://www.pesticidy.ru/group_compounds/macronutrients_fertilizer

10. Горбунов, В.В Дождевые черви для повышения урожая [Электронный ресурс]/ В.В. Горбунов. - Режим доступа: <https://iknigi.net/avtor-viktor-gorbunov/62054-dozhdevye-chervidlya-povysheniya-urozhaya-viktor-gorbunov/read/page-2.html>

11. Зайцев, В.И. Методы определения всхожести семян сельскохозяйственных растений [Текст]/ В.И.Зайцев и др. Межгосударственный стандарт. Семена сельхозкультур. Утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19.12.84 N 4710. – 9с.

12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст]/Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: 1989. – 194с.

13. Беляев, А.Б. Элементы минерального питания в почвах [Электронный ресурс]/ А.Б.Беляев. – Из-во Воронежского гос.университета, 2012. – Режим доступа: <http://www.bio.vsu.ru/soil/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD>

%D1%82%D1%8B%20%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB
%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BF
%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B2%20%D0%BF
%D0%BE%D1%87%D0%B2%D0%B0%D1%85.pdf

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Измерение длины центральной жилки на листьях монстеры (12.12.19)



Приложение 2

Растение монстера (фото сделано 19.05.2020)



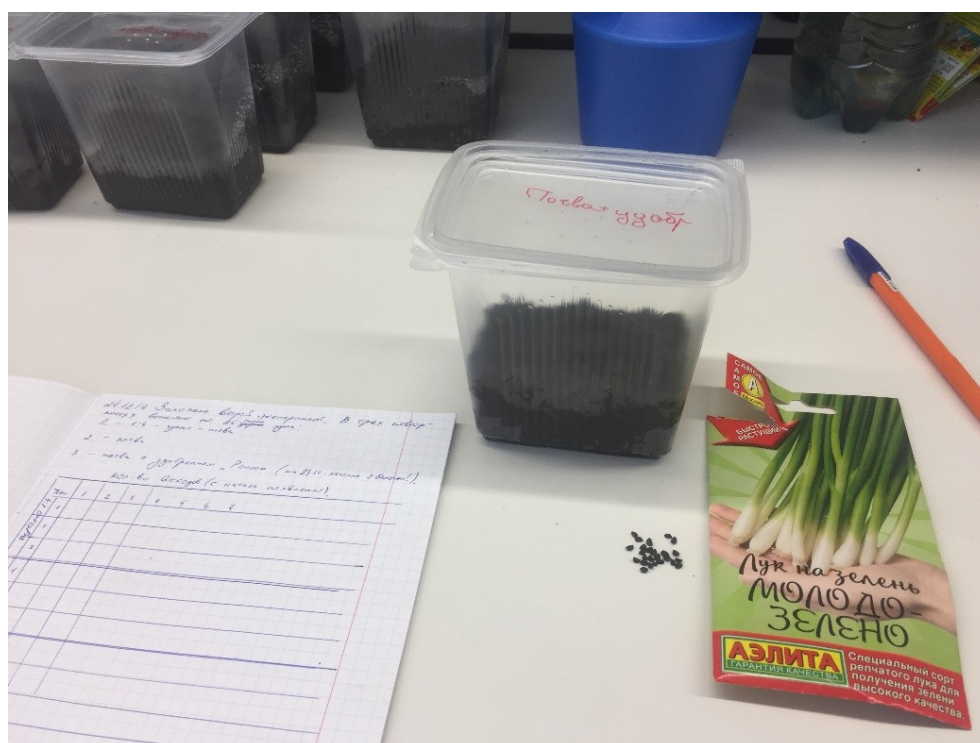
Приложение 3

Подсчет семян укропа (сорт Макс)



Приложение 4

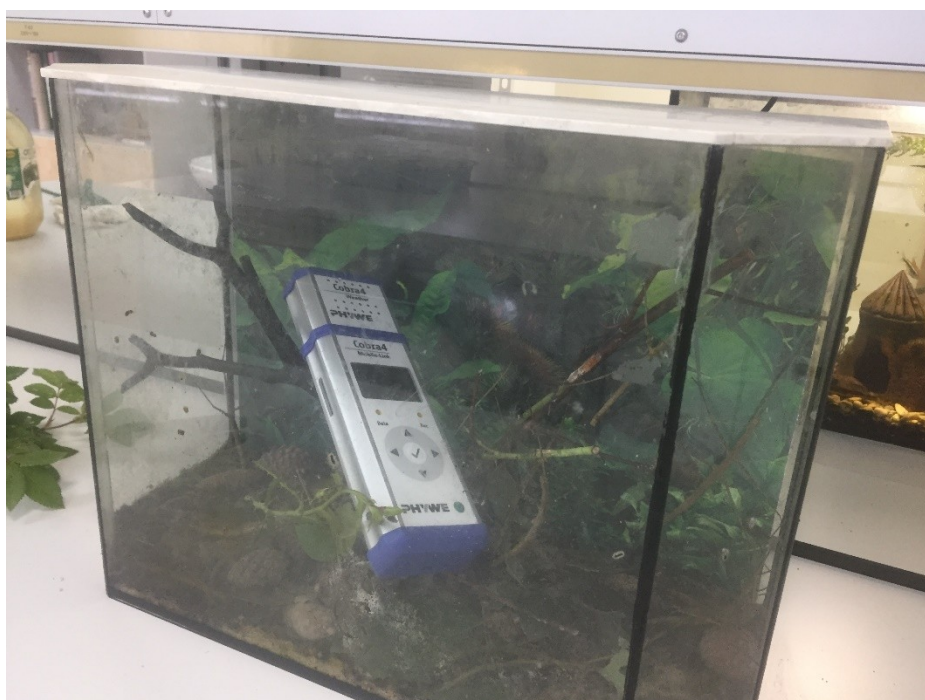
Семена лука, контейнер с грунтом и дневник наблюдений



Смесь семян вики и овса



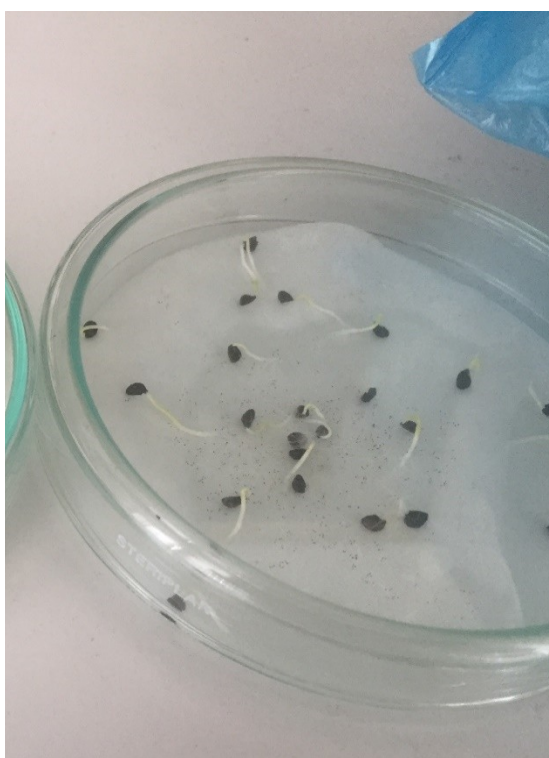
Измерение влажности воздуха в инсектарии



Емкости с проросшими семенами укропа.



Пророщенные семена лука сорта «Молодо-зелено»



Жидкое удобрение на основе торфа «Росток»



Всходы лука в разных видах грунта.



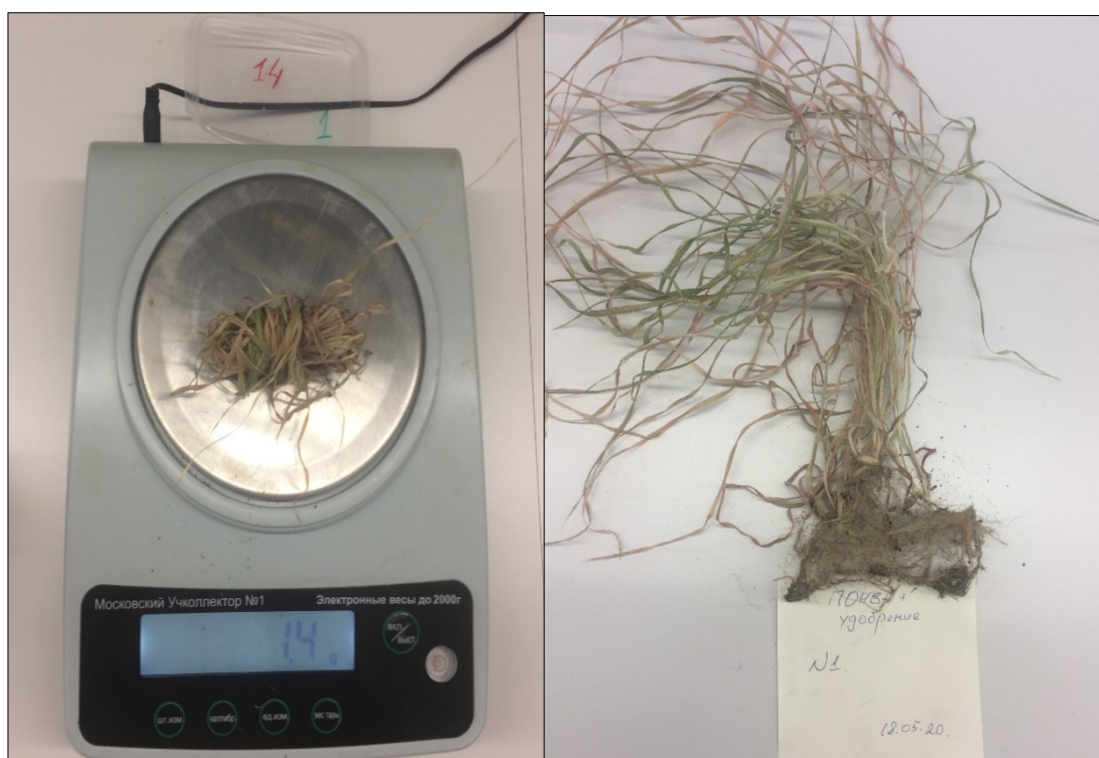
Приложение 11

Опытные образцы овса в фазе третьего листа



Приложение 12

Сухой сноп из одного контейнера и его взвешивание



Приложение 13

Вес сухой биомассы растений овса (г)

№ контейнера	Смесь 1:4	Чернозем	Чернозем + удобрение
1	1,4	1,4	1,7
2	1,5	1,4	1,3
3	2,0	2,1	1,5
среднее	1,63± 0,19	1,63±0,23	1,5±0,12